

Niveau : 2BAC science
Physique et chimie

Devoir Surveillé N°2
Semestre1

Année scolaire 201 /201
Durée :2 Heures

La présentation, le soin et la rédaction seront pris en compte pour un point dans la notation.
Justifier en expliquant votre démarche si cela est nécessaire.
Tout calcul doit être précédé de la formule utilisée.
La valeur numérique prise par une grandeur physique est toujours suivie d'une unité.
Respecter la notation des grandeurs utilisées dans l'énoncé.

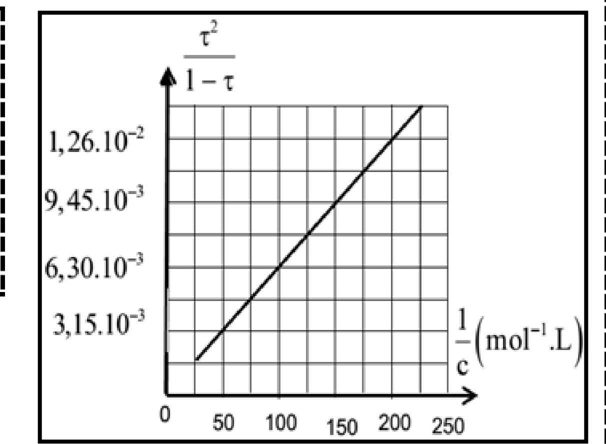
EXERCICE 1 (7pts) — 30min

Les conservateurs sont des substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations des micro-organismes. L'acide benzoïque C_6H_5-COOH (code E210) et le benzoate de sodium C_6H_5-COONa (code E211) sont utilisés dans l'industrie comme conservateurs alimentaires pour leurs propriétés fongicides et antibactériennes.

Données

- Acide benzoïque : solide blanc, masse molaire M= 122 g/mol
- Couple acide base C_6H_5COOH / $C_6H_5COO^-$
- Conductivités molaires ioniques à 25°C:

$\lambda(H_3O^+)$=35,0mS.m².mol^{-1}; $\lambda(C_6H_5\text{-}COO^-)$=3,23 mS.m².mol^{-1}

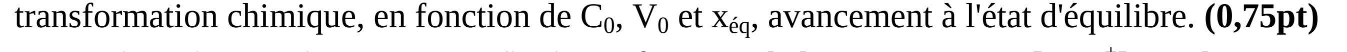


1- Donner la définition d'un acide selon Bronsted. **(0,75pt)**

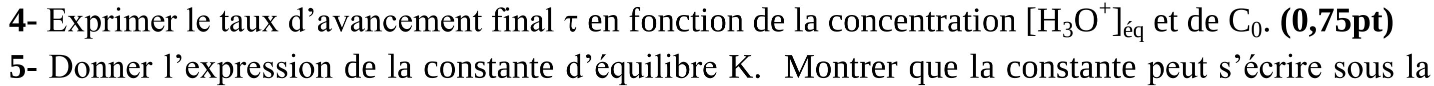
2- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.**(0,75pt)**



3- Etablir un tableau d'avancement correspondant à cette

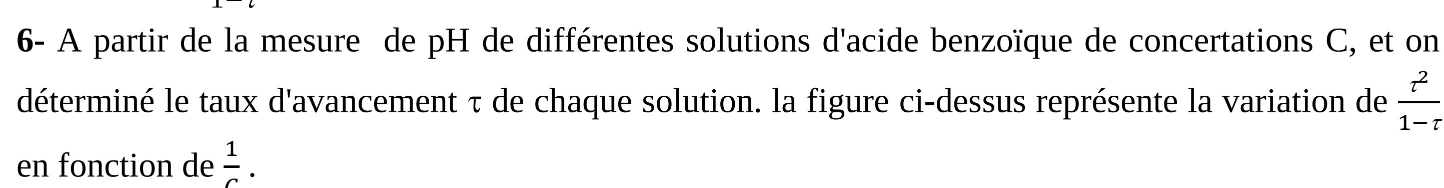


transformation chimique, en fonction de C_0, V_0 et $x_{éq}$, avancement à l'état d'équilibre. **(0,75pt)**



4- Exprimer le taux d'avancement final τ en fonction de la concentration $[H_3O^+]_{éq}$ et de C_0. **(0,75pt)**

5- Donner l'expression de la constante d'équilibre K. Montrer que la constante peut s'écrire sous la forme : $K = C.\frac{\tau^2}{1-\tau}$. **(1pt)**



6- A partir de la mesure de pH de différentes solutions d'acide benzoïque de concertations C, et on déterminé le taux d'avancement τ de chaque solution. la figure ci-dessus représente la variation de $\frac{\tau^2}{1-\tau}$ en fonction de $\frac{1}{C}$.

6-1- Vérifier, que la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de cet équilibre chimique est égale à $6{,}3.10^{-5}$. **(0,75pt)**

6-2- On introduit une masse m_0 d'acide benzoïque dans un volume V_0=100mL d'eau distillée. Après dissolution totale, on obtient une solution aqueuse d'acide benzoïque notée S_0 de concentration C_0. Le taux d'avancement final pour la solution considérée est τ=7,63%.

6-2-1- Déterminer la concentration initiale C_0 de la solution d'acide benzoïque S_0 . **(0,75pt)**

6-2-2- Quelle masse m_0 faut-il peser pour préparer la solution S_0 ? **(0,75pt)**

6-2-3- Exprimer la conductivité de la solution d'acide benzoïque S_0 à l'état d'équilibre en fonction des conductivités molaires ioniques des ions présents et de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[H_3O^+]_{éq}$. Calculer la conductivité σ, à 25°C. **(0,75pt)**



EXERCICE 2 (6pts) — 35min

Voici un extrait d'un article du journal à propos du radon 222 :

Qu'est-ce que le radon ?

C'est un gaz radioactif, sans odeur ni couleur, présent à l'état naturel. Il est issu de la désintégration

de l'uranium 238. On peut le trouver partout à la surface de la Terre, principalement dans les régions granitiques. Quelques notions de chimie : l'uranium 238 se transforme en thorium, puis en radium et enfin en radon.[…]

Comment mesure-t-on sa concentration ?

On la calcule en Becquerel (Bq) par mètre cube d'air (unité de mesure de la radioactivité). Le seuil de précaution est de 400 Bq/m^3 et le seuil d'alerte de 1000 Bq/m^3. […]

Pourquoi est-il dangereux ?

Radioactif, le radon laisse des traces parfois indélébiles dans l'organisme. Son inhalation augmente le risque de contracter un cancer. »

Données : Extrait de la classification périodique.
uranium $_{92}U$; proactinium $_{91}Pa$; thorium $_{90}Th$; actinium $_{89}Ac$; radium $_{88}Ra$; francium $_{87}Fr$; radon $_{86}Rn$; astate $_{85}At$.

1. De l'uranium 238 au radon 222

1.1. Donner la composition d'un noyau d'uranium 238. **(0,75pt)**

1.2. L'uranium 238 présent dans le granit se désintègre naturellement. En vous aidant du texte et des données, écrire l'équation de désintégration. Quelle est la nature de cette radioactivité ? **(0,75pt)**

1.3. Le thorium 234 est radioactif β^-.

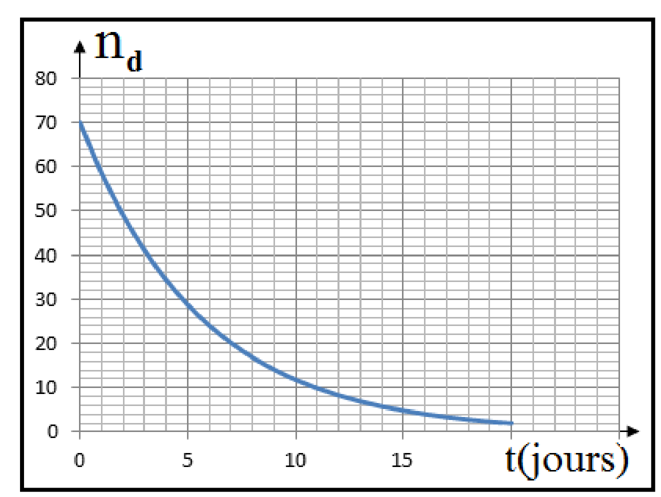
1.3.1 Écrire l'équation de cette désintégration. **(0,75pt)**

1.3.2. Le noyau fils crée est lui-même émetteur β^- formant ainsi de l'uranium 234. Montrer qu'une série de désintégrations α de l'uranium 234 conduit bien au radon 222. **(0,75pt)**

2. Mesure de l'activité due au radon 222

Pour mesurer la concentration en radon dans une pièce, on prélève 120mL d'air qu'on place dans une fiole où l'on a préalablement réalisé un vide partiel. La fiole est ensuite placée dans un détecteur qui compte le nombre total n_d de désintégrations α qu'on attribuera au seul radon 222. La durée de chaque comptage est Δt=500 s.

On poursuit les mesures sur plusieurs jours, toujours avec la même durée de comptage, les résultats sont représentés sur le graphe n_d=f(t) ci-contre :



2.1.** Définir le terme: l'activité d'une source radioactive.* ***(0,75pt)

2.2.** Déterminer à l'aide du graphique la demi-vie $t_{1/2}$ du radon 222.* ***(0,75pt)

2.3.** Déterminer l'activité de l'échantillon à la date t = 0, c'est-à-dire lors du prélèvement.* ***(0,75pt)

2.4.** La concentration en radon 222 dans la pièce où l'on a effectué le prélèvement est-elle dangereuse ?* ***(0,75pt)

EXERCICE 3 (6pts) **35min**

<u>Données</u>
- les masses
  particules: m(^1_0n)=1,00866µ ; m(^1_1p)=1,00728µ;
  noyaux : m($^{235}_{92}$U)=234,9942µ; m($^{A}_{54}$Xe)=138,8892µ; m($^{94}_{Z}$Sr)=93,8945µ; m($^{2}_{1}$H)=2,01355µ
- Energie de liaison : E_l ($^3_1$H)=8,48MeV ; E_l ($^4_2$He)=28,3MeV
- Les unites :1µ = 1,66054 ×10^{-27} kg=931,5MeV/C^2 ; 1MeV = 1,60 × 10^{-13} J ; c = 3,00 × 10^8 m.s^{-1}

1- Fission nucléaire

Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Actuellement ces centrales utilisent la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le "combustible nucléaire". Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne un alternateur produisant l'électricité.

❍ Certains produits de fission sont des noyaux radioactifs à forte activité et dont la demi-vie peut être très longue.

❍ Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron peut produire un noyau de strontium et un noyau de xénon selon l'équation suivante : ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{Z}Sr + {}^{A}_{54}Xe + 3\,{}^{1}_{0}n$

1-1- *Déterminer les valeurs des nombres A et Z.* **(0,5pt)**

1-2- *Calculer en MeV l'énergie libérée par cette réaction de fission.* **(0,75pt)**

1-3- *Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?* **(0,75pt)**

2- Fusion nucléaire

Pour obtenir une réaction de fusion, il faut rapprocher suffisamment deux noyaux qui se repoussent, puisqu'ils sont tous deux chargés positivement. Une certaine énergie est donc indispensable pour franchir cette barrière et arriver dans la zone, très proche du noyau, où se manifestent les forces nucléaires capables de l'emporter sur la répulsion électrostatique.

❍ La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium. C'est sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée.

La demi-vie du tritium consommé au cours de cette réaction n'est que de 15 ans.

❍ De plus il y a très peu de déchets radioactifs générés par la fusion et l'essentiel est retenu dans les structures de l'installation ; 90 % d'entre eux sont de faible ou moyenne activité.

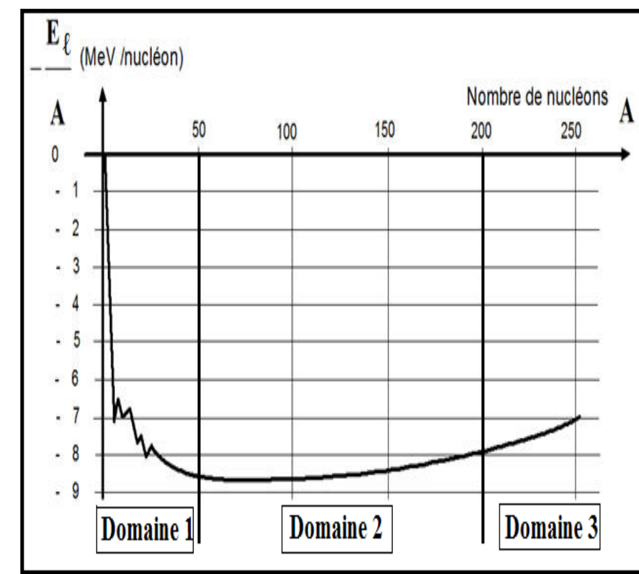
Le deutérium de symbole ${}^{2}_{1}H$ et le tritium de symbole ${}^{3}_{1}H$ sont deux isotopes de l'hydrogène.

2-1- *Définir le terme de noyaux isotopes.* **(0,5pt)**

2-2- *Calculer, en MeV l'énergie de liaison E_l (${}^{2}_{1}H$) de noyau de deutérium ${}^{2}_{1}H$* **(0,75pt)**

2-3- La courbe *d'Aston représente l'opposé de l'énergie* de *liaison par nucléon ($-E_l/A$) des différents noyaux en fonction du nombre de nucléons (A).*

Sur la courbe Indiquer clairement dans quel domaine se trouvent les noyaux susceptibles de donner une réaction de fusion. **(0,75pt)**



2-4- *La réaction nucléaire entre un noyau de Deutérium et un noyau de Tritium est :* ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}X$ *. Préciser la nature du noyau* ${}^{A}_{Z}X$.**(0,5pt)**

2-5-Montrer que l'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion est de 17,6 MeV. Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?* **(0,75pt)**

3- *Le projet ITER s'installera prochainement sur le site de Cadarache en France. L'objectif de ce projet est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par fusion des atomes. Conclure sur l'intérêt du projet ITER en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires.* **(0,75pt)**

Bonne chance



Niveau : 2BAC science Physique et chimie	Eléments de réponse	Année scolaire 2017/2018 Durée :2 Heures

EXERCICE 1

1- la définition d'un acide selon Bronsted : Toute espèce chimique HA capable de céder un proton H^+

2- l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau : $C_6H_5COOH + H_2O \leftrightarrows C_6H_5COO^- + H_3O^+$

3- Tableau d'avancement correspondant à la transformation chimique:

Equation		$C_6H_5COOH + H_2O \leftrightarrows C_6H_5COO^- + H_3O^+$			
Etat	Avancement	Quantité de matière			
Initiale	x=0	$C_0.V_0$		0	0
Equilibre	$x=x_{éq}$	$C_0.V_0 - x_{éq}$		$x_{éq}$	$x_{éq}$

4- le tauC_6H_5COOH x d'avancement final τ en fonction de la concentration $[H_3O^+]_{éq}$ et de C_0

D'après le tableau d'avancement $\begin{cases} x_{éq} = [H_3O^+].V_0 \\ x_{max} = C_0.V_0 \end{cases}$ donc : $\tau = \frac{[H_3O^+]}{C_0}$

5- Donner l'expression de la constante d'équilibre K.

On sait que $K = \frac{[C_6H_5COO_5^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[C_6H_5COOH\,]_{éq}}$ D'après le tableau d'avancement $\begin{cases} [H_3O^+]_{éq} = [C_6H_5COO_5^-]_{éq} \\ [C_6H_5COOH\,]_{éq} = C_0 - [H_3O^+]_{éq} \end{cases}$ alors

$K = \frac{[H_3O^+]^2_{éq}}{C_0 - [H_3O^+]_{éq}}$ avec $[H_3O^+] = \tau.C_0$ Donc $K = C_0\frac{\tau^2}{1-\tau}$

6-1- la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de cet équilibre chimique est égale à $6{,}3.10^{-5}$.

L'équation mathématique de la droite est $\frac{\tau^2}{1-\tau}K = \frac{1}{C}$ *donc K est la coefficient directeur de la droite* $K = \frac{6{,}3.10^{-2}}{100} = 6{,}3.10^{-5}$

6-2-1- la concentration initiale C_0 de la solution d'acide benzoïque S_0 .

$\tau = 7{,}63.\ 10^{-2}$ alors $\frac{\tau^2}{1-\tau} = 6{,}3.10^{-2}$ d'après la figure $\frac{1}{C_0} = 100$L/mol donc $C_0 = 10^{-2}$mol/L

6-2-2- La masse m_0 faut-il peser pour préparer la solution S_0

$n = C_0.V_0 = \frac{m_0}{M}$ donc $m_0 = C_0.V_0.M = 12{,}2.\ 10^{-2}$ g

6-2-3- la conductivité de la solution d'acide benzoïque S_0 à l'état d'équilibre

$\sigma = \lambda_{H_3O^+}.[H_3O^+] + \lambda_{C_6H_5CO_2^-}.[C_6H_5COO_5^-] = [H_3O^+].(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5CO_2^-}) = \tau.C_0.(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5CO_2^-})$

$= 10^{-2}.\ 10^3.\ 7{,}63.\ 10^{-2}.(3{,}23+35).\ 10^{-3} = 21{,}17.\ 10^{-3}$S/m

EXERCICE 2

1.1. la composition d'un noyau d'uranium 238.

Nbre de protons Z=92	Nbre de neutrons N=146	Nbre de nucléons A=238

1.2. L'équation de désintégration et la nature de cette radioactivité ?

${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ radioactivité type α

1.3.1 Écrire l'équation de cette désintégration. ${}^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$

1.3.2. série de désintégrations α de l'uranium 234 conduit bien au radon 222.

${}^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ / ${}^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He$ / ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

2.1l'activité d'une source radioactive : L'activité est le nombre de désintégrations par seconde

2.2. la demi-vie $t_{1/2}$ du radon 222.

La demi-vie $t_{1/2}$ du radon 222 correspond à la durée au bout de laquelle l'activité (ou le nombre de désintégrations) est divisée par deux : $n_d(t_{1/2}) = n_d(t=0)/2$: $t_{1/2} = 3{,}9$ jours.

2.3. l'activité de l'échantillon à la date t = 0, c'est-à-dire lors du prélèvement.

L'activité est le nombre de désintégrations par seconde, soit $A = \frac{n_d}{\Delta t}$

$A = \frac{70}{500} = 0,14$ Bq

2.4. La concentration en radon 222 dans la pièce

Dans 120 mL = 120×10^{-6} m^3 → 0,14 Bq

Dans 1 m^3 → $1,127 \times 10^3$ Bq.m^{-3}

Cette concentration est supérieure au seuil d'alerte donc dangereuse pour l'homme.

EXERCICE 3

1-1- les valeurs des nombres A et Z.

conservation du nombre de nucléons 235 + 1 = 94 + A + 3 soit A = 139

conservation de la charge électrique 92 = Z +54 soit Z = 38

1-2- l'énergie libérée par cette réaction de fission.

$\Delta E = (3m(n) + m(Xe) + m(Sr) – m(n) – m(U)).c^2 = (2m(n) + m(Xe) + m(Sr) – m(U)).c^2$

$\Delta E = (2 \times 1,00866 + 138,8892 + 93,8945 – 234,9942) \times 931,5 = – 180,0$ MeV

l'énergie libérée est donc de 180 MeV

1-3- l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?

Il y a 236 nucléons qui participent à la réaction, soit une énergie $E_{libérée}$ / 236 égale à 0,76 MeV par nucléon de matière participant à la réaction.

2-1- Définir le terme de noyaux isotopes.

Deux noyaux sont isotopes s'ils ont le même nombre de protons mais un nombre différents de nucléons (donc de neutrons).

2-2- l'énergie de liaison E_l ($^2_1$H) de noyau de deutérium $^2_1$H

$E_l = (1m(n) + 1m(p) - m(^2_1H)).c^2$

$=(1 \times 1,00866 + 1 \times 1,00728-2,01355) \times 931,5 = 2,23$ MeV

2-3- domaine se trouvent les noyaux susceptibles de donner une réaction de fusion.

Noyaux légers susceptibles de donner une réaction de fusion DOMAINE 1

2-4- la nature du noyau ^A_ZX.

conservation du nombre de nucléons : A + 4 = 2 + 3 → A = 1

conservation de la charge électrique Z = 0 donc $^A_ZX = ^1_0n$

2-5- l'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion

$\Delta E = E_l(^2_1H) + E_l(^3_1H) - E_l(^4_2He)$

$\Delta E = –17,60$ MeV

l'énergie libérée est donc de 17,6 MeV.

Il y a 5 nucléons qui participent à la réaction, soit une énergie $E_{libérée}$ / 5 égale à 3,5 MeV par nucléon de matière participant à la réaction.

3- l'intérêt du projet ITER en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires

L'utilisation d'ITER permet de produire plus d'énergie par nucléon de matière, les produits formés sont radioactifs mais en majorité ils possèdent une activité faible ou moyenne.

Tandis qu'avec la fission, certains produits possèdent une forte activité et ont une demi-vie très longue.